

BEST AVAILABLE COPY

PCT/CN03/01082

# 证 明

REC'D 10 MAR 2004

WIPO

PCT

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

申 请 日: 2002. 12. 20

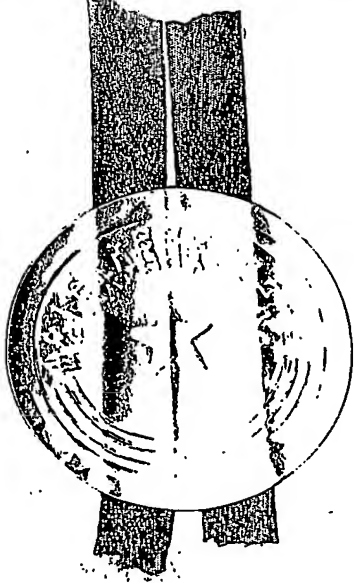
申 请 号: 02156889.8

申 请 类 别: 发明

发明创造名称: 微波单折叠滤波器

申 请 人: 清华大学

发明人或设计人: 曹必松、朱美红、郭旭波、张国勇、何山、温迪克



中华人民共和国  
国家知识产权局局长

王 荣 川

2004 年 2 月 25 日

## 权 利 要 求 书

---

1、一种微波单折叠滤波器，包括多个相同结构的谐振器组成谐振器阵，其特征在于，该谐振器由一根微带线折叠形成一个开口端和一个封闭端的单折叠结构，该开口端的两边微带线长度不同，各谐振器平行排列，且两两对称放置，长边在内形成多个类发夹形谐振器组，输入输出耦合线与输入输出馈线相连接，且输入输出耦合线各自与所述谐振器阵中最靠近的一个谐振器相耦合。

2、一种微波单折叠滤波器，包括多个相同结构的谐振器组成谐振器阵，其特征在于，该谐振器由一根微带线折叠形成一个开口端和一个封闭端的单折叠结构，该开口端的两边微带线长度不同，各谐振器依次平行同方向排列，输入输出耦合线与输入输出馈线相连接，且输入输出耦合线各自与所述谐振器阵中最近邻谐振器相耦合。

3、如权利要求 1 或 2 所述的微波单折叠滤波器，其特征在于，所说输入输出耦合线各自与所述谐振器阵中最近邻谐振器的一边顶端对齐。

# 说明书

## 微波单折叠滤波器

### 技术领域

本发明属于微波窄带滤波器的技术领域，特别涉及微波滤波器结构设计。

### 背景技术

滤波器是一种十分重要的微波元件，它的主要功能是用来分隔频率，即通过一定的频率的信号而阻断另一些频率的信号。理想的滤波器特性应当是通带无衰减而在截止区域内衰减无穷大，通带与截止区域的跳变要尽可能的陡峭。要达到带边陡峭的特性，一般可以通过增加滤波器的节数来加以改善。节数的增加将显著的引入损耗，使通带衰减变大，滤波器性能恶化。这使得普通微带线滤波器的损耗一般较大，对要求较高的领域，例如卫星应用，就达不到所要求的指标，一般这时就只能用波导器件来实现。

近几年来，随着高温超导材料的制备工艺，包括单晶样品和薄膜等的发展，使得超导滤波器的实用化成为可能。超导微带线滤波器损耗小，抗邻频干扰能力强，谐振器  $Q$  值高（在几千 MHz 范围内，其  $Q$  值可达 40000—100000）。利用超导微带线的这一特点，可以用超导微带线滤波器来代替波导滤波器。从已有的实验结果来看，超导微带线滤波器可以有陡峭的带边，极低的插入损耗平坦通带特性，在性能上更接近于理想滤波器。因此超导微带线滤波器不仅具有可与波导器件比拟的性能，而又同时兼具微带线体积小，重量轻的优点。

滤波器的结构对滤波器的特性起了决定性作用。目前，设计的目标是在使滤波器整体尽可能小的前提下，使滤波器的带内插入损耗更低，带边更陡。

图 1 显示了英国于 2000 年发表的一个 8 节 Open-loop 形超导滤波器，基片材料为  $\text{LaAlO}_3$ ，尺寸为  $39 \times 23.5\text{mm}$ 。其谐振器为 8 个以轴对称分布的有一缺口的环带状（图中分别以数字 1-8 标出），缺口的宽度为  $W_g$ 。分析其电磁场可知，电场主要分布在环的开口出，因此此处相当于一个电容；磁场主要分布于环的另一侧，所以环状的微带线接近于电感。输入输出馈线 11 和 12 的宽度  $W_0$  对应着 50 欧姆输入输出阻抗，馈线的长度对滤波器性能没有影响，根据工艺要求取几毫米即可。馈线 11 和 12 与各自最相邻谐振器 1 和 8 接触的位置由输入输出阻抗匹配确定。8 个谐振器形状尺寸相近或相同，其环带状微带线总长度约为在此  $\text{LaAlO}_3$  基片上的滤波器中心频率对应波长的一半。各谐振器之间的距离决定了滤波器的性能。设计中需调整各谐振器之间的距离直至滤波器响应满足要求为止。

图 2 为此滤波器在 55K 与低噪声放大器组合条件下的频率响应图。图中，21 为滤波器的传输损耗  $S_{21}$  特性曲线，22 为滤波器的反射损耗  $S_{11}$  特性曲线。其通带插入损耗约为 0.13dB，带边陡峭度低端为 20dB/MHz，高端为 15dB/MHz。虽然这种滤波器的谐振器  $Q$  值很高，有很好的带内和陡峭度，但因为其谐振器形状过于庞大，并且不能非常有

的利用基片空间,所以限制了它不能将节数增加得很高,而增加滤波器节数能够从根本上提高其陡峭度,所以此种结构也并不十分理想。

## 发明内容

本发明的目的是为克服已有技术的不足之处,提出一种微波单折叠滤波器,采用单折叠结构的谐振器阵构成,使其具有插入损耗小,带外抑制大,过渡带陡峭,同时结构简洁,整体尺寸小等优点。

本发明提出一种微波单折叠滤波器,包括多个相同结构的谐振器组成谐振器阵,其特征在于,该谐振器由一根微带线折叠形成一个开口端和一个封闭端的单折叠结构,该开口端的两边微带线长度不同,各谐振器平行排列,且两两对称放置,长边在内形成多个类发夹形谐振器组,输入输出耦合线与输入输出馈线相连接,且输入输出耦合线各自与所述谐振器阵中最靠近的一个谐振器相耦合。

本发明提出另一种微波单折叠滤波器,包括多个相同结构的谐振器组成谐振器阵,其特征在于,该谐振器由一根微带线折叠形成一个开口端和一个封闭端的单折叠结构,该开口端的两边微带线长度不同,各谐振器依次平行同方向排列,输入输出耦合线与输入输出馈线相连接,且输入输出耦合线各自与所述谐振器阵中最近邻谐振器相耦合。

所说输入输出耦合线各自可与所述谐振器阵中最近邻谐振器的一边顶端对齐。

本发明的效果:

本发明设计的滤波器在同等节数条件下,带内插入损耗,带外衰减,带边陡峭度等性能达到国外同类超导滤波器的性能指标,而且尺寸小于 Open-loop 形超导滤波器。本发明可用超导材料制作,也可以用其它材料制作。本发明组成滤波器的节数可以根据需要确定,各个谐振器平行但上下不一定对齐。因此只要采用单折叠结构谐振器设计的滤波器均属本发明的保护范围。

## 附图说明

图 1 为已有的一种 8 节 Open-loop 形超导滤波器的结构布局示意图。

图 2 为已有的 8 节 Open-loop 形超导滤波器的响应曲线图。

图 3 为本发明的一种单折叠结构谐振器实施例的结构布局示意图。

图 4 为本发明的一种 8 节超导滤波器实施例的结构布局示意图。

图 5 为本超导滤波器实施例的响应曲线图。

图 6 为本发明的另一种 8 节超导滤波器实施例的结构布局示意图。

图 7 为本超导滤波器实施例的响应曲线图。

## 具体实施方式

本发明设计的微波单折叠滤波器结合实施例及附图分别详细说明如下:

本发明设计的用于微波单折叠滤波器的一种谐振器实施例的结构布局如图 3 所示。由一段微带线折叠成 31、32 两段不同长度的微带线形成单折叠结构谐振器,33 为封闭

端, 34 为开口端。各段微带线的长度和两段微带线之间的距离可根据滤波器的具体要求确定。整个谐振器的微带线总长度约为滤波器中心频率对应波长的一半。

本发明设计的一种采用图 3 结构的谐振器的高温超导滤波器实施例结构布局如图 4 所示。滤波器中心频率为 1887.5MHz, 相对带宽为 0.26%。图中白色部分为  $\text{LaAlO}_3$  基片, 尺寸为 30.48\*20mm, 画斜线部分为超导微带线。输入输出馈线 401 和 402 的宽度皆为 0.16mm, 对应于 50 欧姆输入输出阻抗, 馈线长度为 3.12mm, 距基片顶部距离为 6.84mm, 各自与输入输出耦合线 411 和 412 相连接。输入输出耦合线 411 和 412 长度为 9.68mm, 宽度为 0.16mm, 411 和谐振器 42 间距离, 412 和谐振器 49 间距离皆为 0.58mm。42 到 49 为 8 个尺寸结构完全相同的单折叠结构谐振器, 两两对称平行排列, 长边在内形成谐振器阵, 距基片底部距离为 3.48mm。以第 3 个谐振器 44 为例来说明谐振器的尺寸。整个谐振器各处微带线宽度皆为 0.2mm, 长边 442 长度为 12.52mm, 短边 441 长度为 9.68mm, 长边 442 和短边 441 之间距离为 0.4mm, 整个微带线总长度约为滤波器中心频率在此基片上对应波长的一半。各微带线谐振器之间的距离 11、12、13、14、15、16、17 依次为 3.06mm, 0.9mm, 3.76mm, 0.92mm, 3.76mm, 0.9mm, 3.06mm。本发明可以很容易用此结构设计出节数更高的滤波器。本发明还可以使用  $\text{MgO}$ 、Sapphire 等其它材料的基片。

图 5 为本滤波器实施例的响应曲线图, 图中实线 51 为传输损耗  $S_{21}$  曲线, 虚线为反射损耗  $S_{11}$  曲线, 通带插入损耗为 0.3dB, 带边陡峭度低端为 35dB/MHz, 高端为 30dB/MHz。在增加滤波器节数的情况下, 带边会更加陡峭, 带外抑制会更好。

本发明设计的另一种采用图 3 结构的谐振器的高温超导滤波器实施例结构布局如图 6 所示。滤波器中心频率为 1887.5MHz, 相对带宽为 0.27%。图中白色部分为  $\text{LaAlO}_3$  基片, 尺寸为 23.56\*18.52mm, 画斜线部分为超导微带线。输入输出馈线 601 和 602 的宽度皆为 0.16mm, 对应于 50 欧姆输入输出阻抗, 馈线 601 长度为 2.96mm, 距基片顶部距离为 5.84mm, 602 长度为 2.58mm, 距基片顶部距离为 3mm, 各自与输入输出耦合线 611 和 612 相连接。输入输出耦合线 611 长度为 9.68mm, 宽度为 0.16mm, 612 长度为 10.56mm, 宽度为 0.16mm, 611 和谐振器 62 间距离为 0.5mm, 612 和谐振器 69 间距离为 0.64mm。62 到 69 为 8 个尺寸结构完全相同的单折叠结构谐振器, 平行排列形成谐振器阵, 距基片底部距离为 3mm。以第 3 个谐振器 64 为例来说明谐振器的尺寸。整个谐振器各处微带线宽度皆为 0.2mm, 长边 642 长度为 12.52mm, 短边 641 长度为 9.68mm, 长边 642 和短边 641 之间距离为 0.4mm, 整个微带线总长度约为滤波器中心频率在此基片上对应波长的一半。各微带线谐振器之间的距离 11、12、13、14、15、16、17 依次为 1.2mm, 1.52mm, 1.56mm, 1.6mm, 1.56mm, 1.52mm, 1.2mm。本发明可以很容易用此结构设计出节数更高的滤波器。本发明还可以使用  $\text{MgO}$ 、Sapphire 等其它材料的基片。

图 7 为本滤波器实施例的响应曲线图, 图中实线 71 为传输损耗  $S_{21}$  曲线, 虚线 72 为反射损耗  $S_{11}$  曲线, 通带插入损耗约为 0.29dB, 带边陡峭度低端为 27dB/MHz, 高端为 19dB/MHz。在增加滤波器节数的情况下, 带边会更加陡峭, 带外抑制会更好。

# 说明书附图

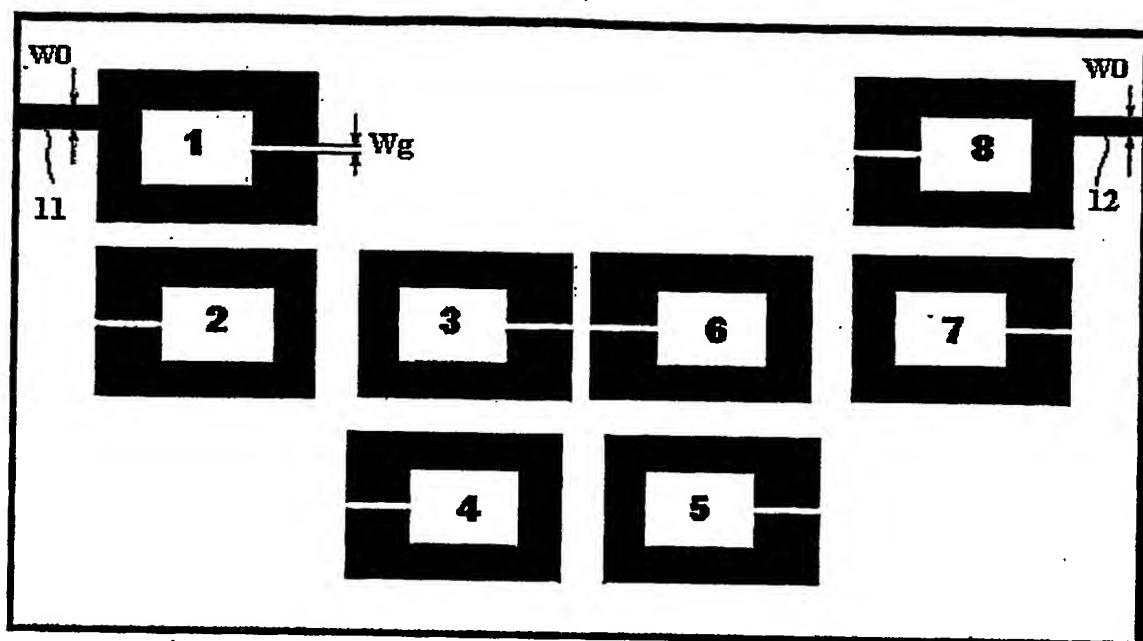


图 1

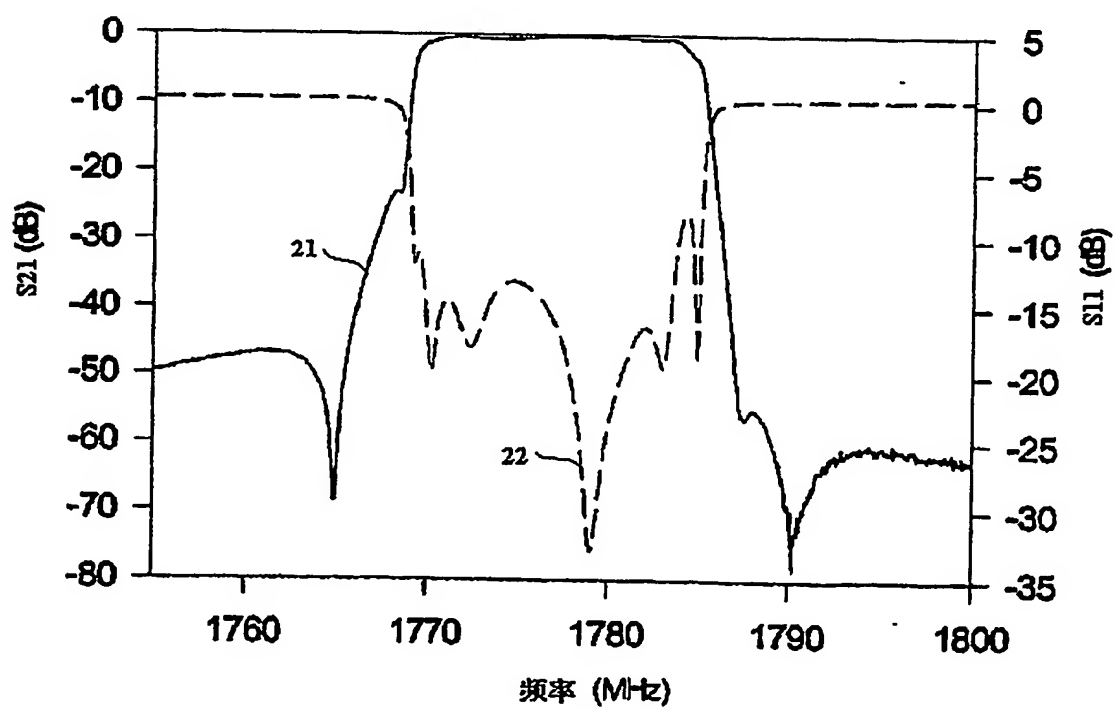
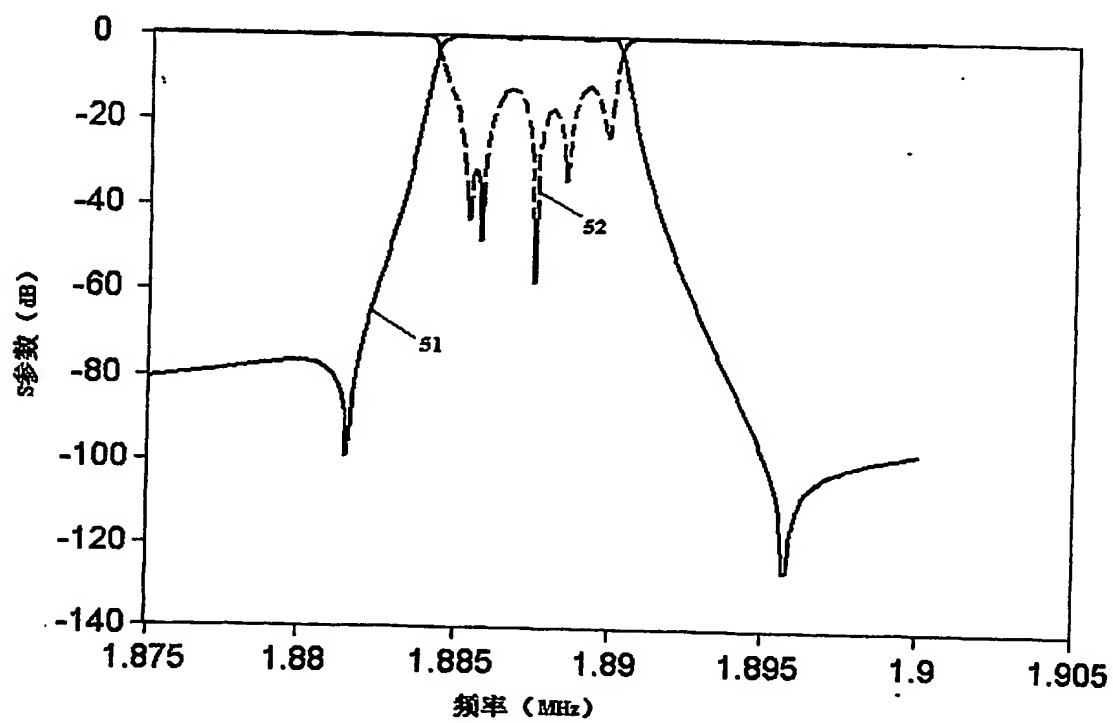
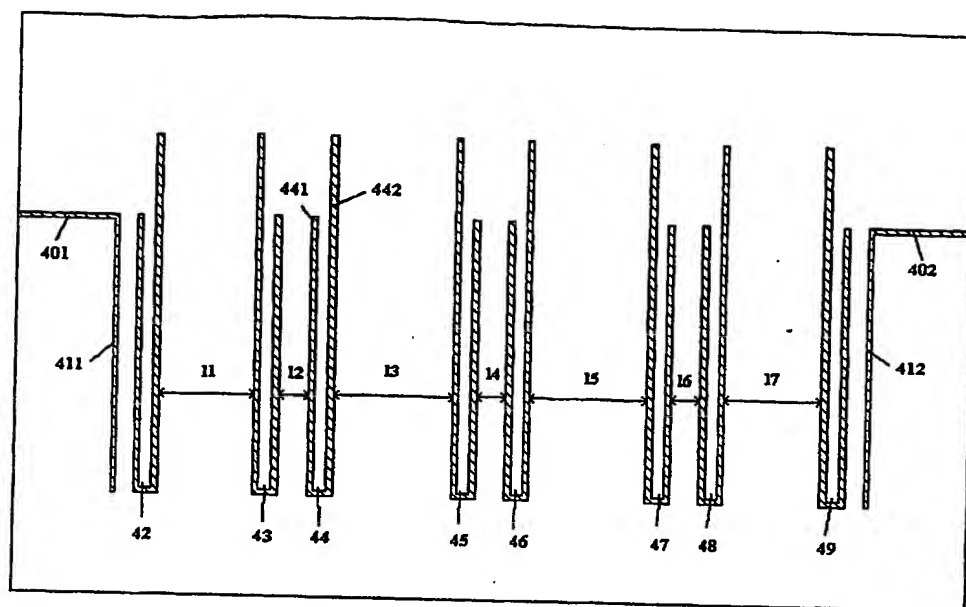
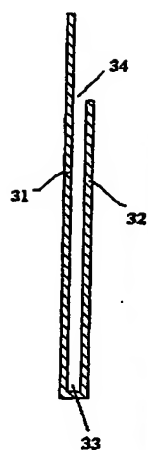


图 2



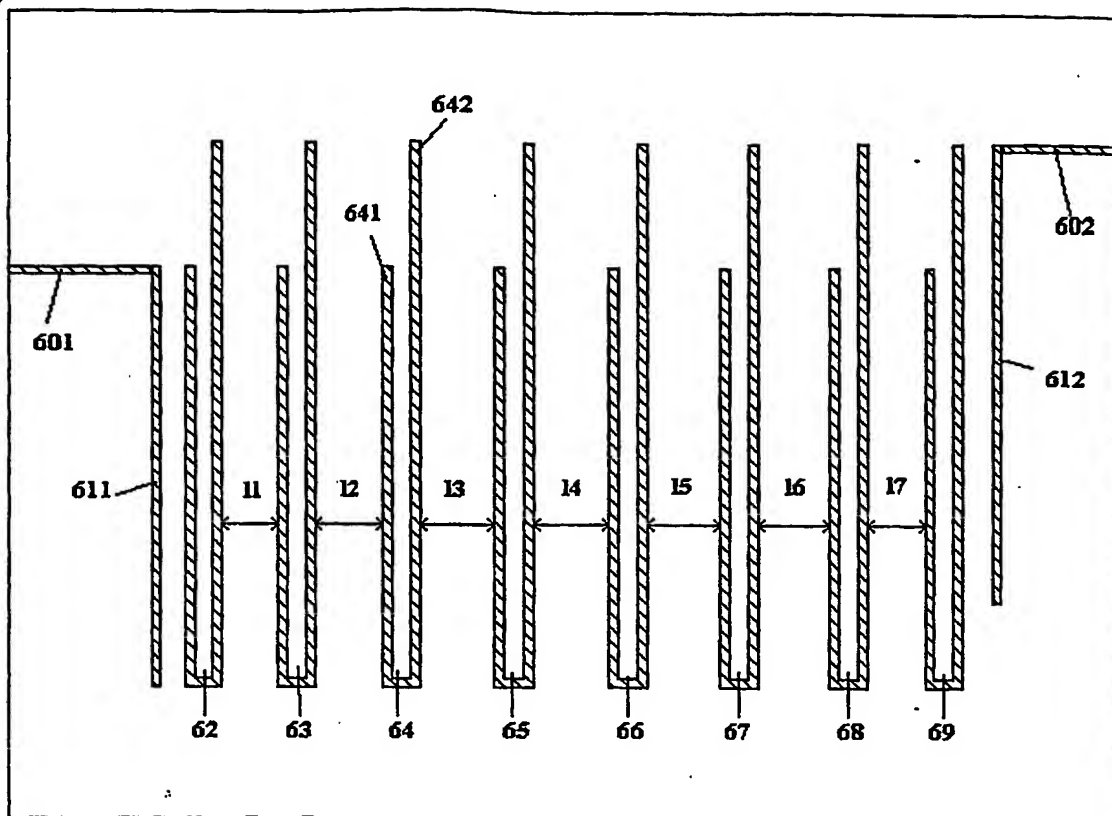


图 6

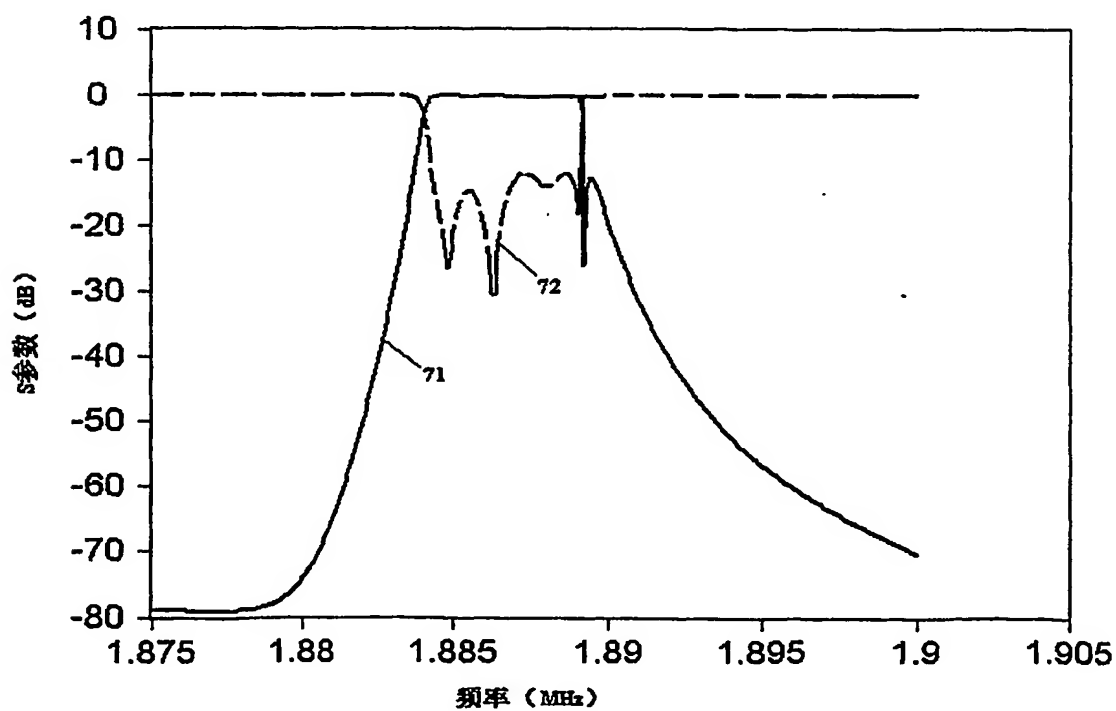


图 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**